SONST UND JETZT

IN DER

CHEMIE.

EIN

POPULÄR-WISSENSCHAFTLICHER VORTRAG

VON

HERMANN KOPP.

BRAUNSCHWEIG,

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN.

1867.

Digitized by Google

Die Herausgabe einer Uebersetzung in französischer und englischer Sprache, sowie in anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Digitized by Google

e11H
K86
1867

Die Chemie wird gewöhnlich als eine der jüngsten Wissenschaften betrachtet: als eines der jüngsten Glieder der grossen Wissenschafts-Familie und als einige Merkmale ihrer Jugend unverkennbar an sich tragend. Viele meinen, das junge Ding sei in der neueren Zeit allerdings stark gewachsen, aber bei diesem raschen Aufschiessen zeige die Ausbildung auch in gewissen Beziehungen noch Nichts recht Dauerhaftes. Gerade weil die Chemie noch in den Jahren rascherer Entwickelung begriffen, ändere sie einzelne ihrer Ansichten etwas schnell, und es sei oft schwer, dem Wechsel ihrer Auffassungen über denselben Gegenstand zu folgen. — Mit ihrer Jugend, meinen Andere, hänge es zusammen, was zu beurtheilen und in was hineinzureden sie sich unterfange: in die Beschäftigung älterer Wissenschaften bringe sie ihr, auf kaum eben erworbenes Wissen gestütztes Urtheil, und sie beanspruche Beachtung für ihre Stimme bei der Discussion über Gegenstände, mit welchen sich ältere Wissenschaften, die seit vielen Jahrhunderten ihrer Aufgabe sich klar bewusst sind, in der ernstesten und gediegensten Weise fort und fort beschäftigt haben. Es ist der Chemie auch in der neueren Zeit oft recht deutlich gesagt worden, sie sei vorlaut, und sie möge dessen besser eingedenk sein, wie jung sie anderen und zwar ihr nahe verwandten Wissenschaften gegenüber sei. In der That, die ehrwürdige Heilkunde, die so alt ist, wenn sie auch sich der Aufnahme neuer Ansichten stets zugänglich zeigt und alle Hülfsmittel, nicht nur frisch auszusehen sondern frisch zu bleiben, benutzend immer wieder in neuen Jugendphasen auftritt; — die etwas jüngere, aber

62114

Digitized by Google

immerhin gleichfalls in reiferem Alter stehende, wenn auch stets neue schöne Seiten entfaltende Physik: diese und manche andere, länger schon in Ansehen stehende Wissenschaften könnten sagen, sie wären bereits recht entwickelt gewesen, als die Chemie noch in den Kinderschuhen steckte, unvernünftige Gedanken aussprach und die verkehrtesten Neigungen zeigte, und sie erinnerten sich der Zeit, wo sie, selbst schon ziemlich erwachsen, die ganz kleine Chemie gleichsam in Pflege gehabt und an der Hand geleitet hätten.

Die Chemie kann dies nicht leugnen. Sie hat es dankbar anzuerkennen; wenn sie auch in solcher Pflege theilweise und zu gewissen Zeiten etwas stark gemissbraucht wurde. Sie muss zugestehen, dass sie in ihrer jetzigen Richtung recht jung ist, und Altersvorrechte für sich, in dieser Richtung, nicht geltend machen kann. Aber andererseits darf sie doch auch sagen, dass sie nicht ganz erst von gestern her datire. Sie kann mit Papieren, die zwar nicht vollkommen gegen jede Anfechtung gesichert sind aber doch gewöhnlich als glaubwürdig betrachtet werden, es in der Hauptsache wohl auch sind, beweisen, dass bereits vor etwa 1500 Jahren von ihr die Rede war. Und das ist im Punkte des Alters doch immer etwas, wenn auch wenig gegen das, theilweise im Dunkel grauester Vorzeit sich verlierende, längere Dasein einer Anzahl anderer Wissenschaften.

Wie stimmt dieses Alter der Chemie mit der Jugendlichkeit, die man gewöhnlich für sie anerkennt und ihr manchmal fast zum Vorwurfe gemacht hat? Das Unklare klärt sich, wenn wir in Betracht ziehen, dass das, was Chemie genannt wurde und genannt wird, eine Beschäftigung des menschlichen Geistes mit der Lösung ganz verschiedener Aufgaben war und ist, mit so viel Zusammenhang und Gemeinsamem in der Art und Weise, wie diese verschiedenen Aufgaben erfasst und zu lösen versucht wurden, dass es eben hinreicht, Eine Benennung „Chemie“ diesen Bearbeitungen verschiedenartiger Aufgaben beizulegen. Die Chemie hat sehr lange in kindischer Verblendung Eine Richtung verfolgt, eine un-

Digitized by Google

lösbare Aufgabe zu lösen versucht; verhältnissmässig neu ist ihre Beschäftigung mit der Aufgabe, welche wir noch als ihr gesteckt betrachten, in der Weise, welche wir noch als die richtige Forschungsmethode für sie anerkennen. Die Chemie hat eine lange Kindheit, und ihr Eintreten in eine etwas gereiftere Phase, und das Nachholen des früher gleichsam Versäumten, drängt sich in einen verhältnissmässig kurzen und uns nahe liegenden Zeitraum zusammen. Fast wie ganz verschiedene Wesen tritt uns die Chemie in ihrer Kindheit, und dann die Chemie zur Jugend gereift entgegen. Was jene Kindheit und diese Jugend charakterisirt, was jener Aufgabe war und was dieser Aufgabe ist, das Sonst und das Jetzt der Chemie gestatten Sie mir zu besprechen und gegen einander zu halten.

Lassen Sie mich sogleich andeuten, was das Gemeinsame in den verschiedenen Beschäftigungen, in den Verfolgungen verschiedener Richtungen war, welche man nach einander als Chemie bezeichnet hat: es war eine, allerdings bald mehr im Hintergrund, bald mehr im Vordergrund stehende Beachtung der Zusammensetzung der verschiedenen Körper. Unter der Kenntniss der Zusammensetzung versteht man (ich kann Ihnen die schulgerechte Definition nicht erlassen) das Wissen, welche verschiedene Substanzen, und in welchem Verhältniss, in einem unseren Sinnen als gleichartig erscheinenden Körper stecken, aus ihm herausgebracht oder zu ihm vereinigt werden können. Dass das gewöhnliche Salzwasser aus Kochsalz und Wasser zusammengesetzt ist, ist bekannt, und auch dass sich diese beiden Bestandtheile, oder zusamensetzenden Substanzen, durch Erhitzen von einander trennen lassen, wo das Kochsalz fest zurückbleibt. Dass in die Zusammensetzung des zu Silbergeschirr und grösseren Silbermünzen verwendeten Metalls viel Silber und wenig Kupfer, und in die der Scheidemünze wenig Silber und viel Kupfer eingeht, dass das Messing aus Kupfer und Zink besteht, d. h. aus diesen beiden Metallen zusammenge-

Digitized by Google

setzt ist: das sind eben so bekannte Dinge, und ich erwähne ihrer hier nur, um eben mit Etwas ganz Bekanntem anzufangen. Und ziemlich bekannt ist auch, dass, wenn man gut getrocknetes Holz bei Abschluss der Luft erhitzt, namentlich Wasser auftritt und Kohle zurückbleibt; woraus wir schliessen könnten, dass das Holz aus Kohlenstoff und Wasser zusammengesetzt sei, wenn wir nicht (allerdings erst seit etwa 80 Jahren) wüssten, dass das Wasser selbst wieder zusammengesetzt ist und durch gewisse Hülfsmittel — ähnlich wie Salzwasser durch Erhitzen in Kochsalz und Wasserdampf — in zwei ungleichartige Substanzen zerlegt werden kann, die beide luftförmig sind und als Wasserstoff und Sauerstoff bezeichnet werden; so dass wir nun richtiger sagen, das Holz sei — abgesehen von der Asche — aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, welche beide letztere bei dem Erhitzen des Holzes unter Abschluss der Luft grösstentheils sich zu Wasser vereinigen, d. h. es zusammensetzen, theilweise auch unter sich und mit einem Theile des Kohlenstoffs zu Holzessig und zu dem Theer, der da entsteht. — Ich habe hiermit an Einiges erinnern wollen, was uns den Begriff „Zusammensetzung im chemischen Sinn" auffrischen soll; und was ein chemisch zusammengesetzter Körper ist: nämlich ein solcher uns gleichartig erscheinender, den man in ungleichartige, verschiedene Substanzen zerlegen oder aus ihnen zusammenfügen kann. Und Sie wissen, dass es auch Körper giebt, die wir nicht so zerlegen oder zusammenfügen können, und die wir als unzerlegbare oder einfache, oder als Elemente bezeichnen; also wie z. B. Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Silber, Kupfer und andere Metalle.

Ein Streben nach der Erkenntniss, wie die verschiedenen Körper chemisch zusammengesetzt sind und welche die in zusammengesetzten Körpern enthaltenen einfachen Substanzen seien, findet sich in dem Alterthum so gut wie gar nicht. Bei den Griechen und dann auch bei den Römern wurde viel mehr die Verschiedenheit der Zustände der Körper —

Digitized by Google

die Verschiedenheit der physikalischen Eigenschaften — als die chemische Verschiedenheit der Körper wissenschaftlicher Betrachtung unterworfen. Lassen Sie mich mit wenigen Worten diese für uns jetzt wichtige Unterscheidung physikalischen und chemischen Verhaltens verdeutlichen. Ein Körper zeigt gewisse Eigenschaften, die sich an ihm beobachten lassen ohne dass der Körper zu Etwas Anderem wird, als was er bisher war; solche Eigenschaften nennt man physikalische. Dass Glas durchsichtig ist, Blei nicht; dass Silber die Wärme besser leitet als Porcellan, bei gleicher Grösse der Stücke mit den Fingern in die Flamme gehalten uns die Finger eher verbrennen lässt — das sind physikalische Eigenschaften, denn bei ihrer Constatirung wird das Glas und das Blei, das Silber und das Porcellan zu Nichts Anderem als was es vorher war. Das Eisen kann magnetisirt, der Bernstein durch Reiben electrisch gemacht werden, und ersteres bleibt dabei Eisen und letzterer bleibt dabei Bernstein: die Fähigkeit des Eisens, magnetisch, und die des Bernsteins, in der angegebenen Art electrisch gemacht werden zu können, sind physikalische Eigenschaften. Das in der Kälte spröde Wachs wird in der Wärme knetbar; das Eisen dehnt sich bei dem Erwärmen in einem gewissen Verhältnisse aus, und während es bei gewöhnlicher Temperatur hart ist, wird es in der Glühhitze weich; bei der Feststellung auch dieser Eigenschaften bleibt jeder dieser Körper was er bis dahin war. Und ebenso der Zinnober bei der Constatirung, dass er roth ist, aber auch bei der Beobachtung, dass er bis zu einem gewissen Grad erhitzt sich dunkler, ja fast schwarz färbt, um bei dem Erkalten die ursprüngliche rothe Farbe wieder anzunehmen. Aber auch ebenso, wenn wir Eis zu Wasser schmelzen oder Wasser zu Wasserdampf werden lassen, findet keine Umwandlung des bis dahin vorhanden gewesenen Körpers statt: der Wasserdampf giebt bei der Abkühlung wieder Wasser, und dieses bei stärkerer Erkaltung wieder Eis. Eis, Wasser und Wasserdampf sind nicht verschiedene Körper; es sind nur physikalisch verschiedene Zustände des-

Digitized by Google

selben Körpers. Es gehört zu den physikalischen Eigenschaften des Wassers, dass es zu Eis erstarren und zu Dampf werden kann. — Das genügt wohl, in Erinnerung zu bringen, was man unter physikalischen Eigenschaften versteht; und unter dem physikalischen Verhalten eines Körpers versteht man, dass er gewisse physikalische Eigenschaften besitzt oder sie unter gewissen Umständen zeigen kann. Noch einmal: das physikalische Verhalten eines Körpers wie die physikalische Verschiedenheit desselben von anderen lässt sich untersuchen, ohne dass man den oder die Körper zu etwas Anderem macht, als was sie bis dahin waren.

Ganz anders, wenn es sich um die Feststellung chemischer Eigenschaften und des chemischen Verhaltens handelt. Eine solche Feststellung ist nur möglich, indem der zu ihr dienende Körper aufhört, das zu sein was er bisher war. Das Wachs ist erhitzt brennbar; aber jedes Stückchen Wachs, an welchem wir diese Eigenschaft constatiren, hört im Brennen auf, noch Wachs zu sein; die Brennbarkeit ist eine chemische Eigenschaft des Wachses. Und ebenso das Rosten des Eisens; und ebenso, dass Blei durch Essig bei Luftzutritt angegriffen wird. Der Zinnober ist aus Quecksilber und Schwefel zusammengesetzt; man kann ihn in die letzteren beiden Substanzen zerlegen, ihn aus ihnen zusammensetzen; aber jedes Stückchen Zinnober, für welches wir diese Zusammensetzung nachweisen, hört bei dieser Nachweisung auf, als Zinnober fortzubestehen. Ein Aufhören des bisherigen Zustandes findet statt bei der Feststellung der chemischen Eigenschaften oder des chemischen Verhaltens eines Körpers und seiner chemischen Zusammensetzung.

Bei den Alten, namentlich bei den Griechen, finden wir nun allerdings schon scharfsinnige Betrachtungen über die Verschiedenheit der Körper. Aber es waren viel mehr die verschiedenen physikalischen Eigenschaften, und die physikalisch verschiedenen Zustände, welche man beachtete und für die man wissenschaftliche Auffassung anstrebte, als dass man die Verschiedenheit chemischer Eigenschaften, die chemische

Digitized by Google

Verschiedenheit der Körper ins Auge gefasst hätte. In der Lehre des Aristoteles, welche vor 2200 Jahren aufgestellt so lange Zeit ihr Ansehen in der Wissenschaft behauptete, wurden für Alles Körperliche oder Tastbare als Grundeigenschaften das Trocken- oder Feuchtsein, d. h. das Fest- oder Flüssigsein und das Warm- oder Kaltsein hervorgehoben: also physikalische Zustände und verschiedene Grade einer physikalischen Eigenschaft, und auf dem Vorhandensein und dem Verhältniss gewisser dieser Grundeigenschaften sollten andere Eigenschaften — Dichter- oder Lockerersein, Härter- oder Weichersein u. s. w. — beruhen. Eine Vorstellung für das Zusammenauftreten jener Grundeigenschaften wurde gewährt durch die Annahme der vier Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer. Der Erde als dem Inbegriff des Festen kommt Trockenheit und Kälte, dem tropfbar-flüssigen Wasser Kälte und Feuchtigkeit, der Luft oder dem Dampf Feuchtigkeit und Hitze, dem Feuer Hitze und Trockenheit zu. Die vier Elemente des Aristoteles repräsentirten Grundzustände der Materie, und für alle Körper wurde, was sie an Eigenschaften zeigen, als darauf beruhend betrachtet, in welchem Verhältniss jene Elemente, die Träger der Grundzustände, in ihnen enthalten seien. Die ganze Auffassung ging viel mehr von einem Standpunkt aus, welchen wir dem physikalischen vergleichen können, als von einem dem chemischen auch nur entfernt sich nähernden. Die Elemente des Aristoteles wurden nicht etwa als so in den verschiedenen Körpern enthalten, sie zusammensetzend und aus ihnen durch Zerlegung ausscheidbar betrachtet, wie es einer auch nur in Etwas sich bewusst gewordenen chemischen Betrachtung entspräche; sie wurden nicht als verschiedene Arten Materie sondern als verschiedene Grundzustände der Materie betrachtet, deren Zutreten zu der an sich eigenschaftslosen Materie letzterer verschiedene Eigenschaften verleihen, gleichsam sie mit verschiedenen Eigenschaften decoriren kann.

Diese Auffassung der Verschiedenheit der Körper wesentlich in Beziehung auf ihre physikalischen Eigenschaften

Digitized by Google

hing natürlich zusammen damit, dass bezüglich der chemischen Eigenschaften im Alterthume wenig bekannt war. Der Begriff: „chemische Zusammensetzung“ war gar nicht erfasst oder doch nicht über das Roheste: Zusammensetzung von Metallgemischen aus Metallen z. B., hinaus. Aber chemisch ganz verschiedene Metalle wurden kaum unterschieden: Blei und Zinn z. B. bei den Römern nur als ungleich gefärbte Arten Eines Metalls, als dunkeles und helles Blei. Oft beachtete man die Abänderung einer physikalischen Eigenschaft, der Farbe eines Metalls z. B., durch einen Zusatz, ohne sich einer Aenderung der Zusammensetzung bewusst zu werden. Und von den wichtigsten chemischen Fragen, z. B. auf was die Verbrennung, oder die Veränderung der Metalle durch Feuer, oder die caustischen Eigenschaften des Aetzkalks beruhen, finden wir kaum Eine auch nur gestellt, geschweige denn zum Zwecke der Beantwortung bearbeitet. Die Alten sind bezüglich ihres Wissens in der Chemie ungebildeten oder halbgebildeten Völkern der Neuzeit zu vergleichen: Kenntniss wichtiger chemischer Thatsachen — gerade bezüglich der eben erwähnten Gegenstände — mangelte ihnen nicht, wohl aber jeder Versuch, die Ursache dieser Thatsachen, oder auch nur das ihnen Gemeinsame, zu erkennen.

Und wiederum hängt diese gänzliche Unbekanntschaft mit jeglicher chemischen Auffassung und Betrachtung bei den Alten, und speciell den Griechen, auf's Innigste zusammen mit ihrer Art wissenschaftlicher Forschung. Die Chemie ist wesentlich eine Erfahrungs-Wissenschaft. Für sie eine Basis zu gewinnen und in ihr Fortschritte zu machen eignete sich die dem geistig höchststehenden Volke des Alterthums zusagendste Art der Forschung nicht: das Streben nämlich, sich sofort zu einem möglichst allgemeinen Princip zu erheben, von welchem aus alle Einzelerscheinungen durch Schlussfolgerungen vorausgesagt und erklärt werden können. Den Forschern Griechenlands war eine Benutzung dessen, was die Erfahrung lehrt, nicht fremd. Aber was ihnen von Erfahrung zu Gebote stand, war gleichfalls dafür un-

Digitized by Google

zureichend, auf dem Gebiete der Chemie einen Anfang und Fortgang gewinnen zu lassen. Auf zweierlei Art können Resultate der Erfahrung gewonnen werden: durch Beobachtung oder Beachten des dem Wissbegierigen ohne Einwirkung des letzteren auf das zu Constatirende sich Bietenden, und durch die Anstellung von Versuchen: das bewusste Hervorbringen und Abändern der Umstände, unter welchen Etwas zu Constatirendes sich zeigt. Und was die Anstellung von naturwissenschaftlichen Versuchen betrifft, sah es im Allgemeinen bei den Völkern des Alterthums nicht günstig aus; die Experimentirkunst war den Griechen und den Römern so gut wie unbekannt. Möglich, dass gerade bezüglich chemischer Versuche die Aegypter schon zu früher Zeit in dieser Kunst weiter vorgeschritten waren, und dass auch Einzelne unter den griechischen Forschern auf dem Wege experimentalen Arbeitens weiter vorzudringen suchten; aber war dies überhaupt der Fall (Einzelnes deutet vielleicht, aber in unsicherer Weise darauf hin), so war doch auch gewiss das Arbeiten in solcher Richtung so geheimnissvoll betrieben und von so Wenigen nur gepflegt, dass es auf das Wissen jener Zeit im Allgemeinen und namentlich das der Repräsentanten der Naturwissenschaften unter den Griechen und Römern vor Beginn unserer Zeitrechnung keinen Einfluss ausübte.

Gehen wir aber in dieser Zeitrechnung ein paar Jahrhunderte vorwärts, so finden wir die Kunst, chemische Versuche anzustellen, weiter vorgeschritten, und ein, wenn auch noch nicht ganz klares Bestreben, über die chemische Zusammensetzung mindestens einer gewissen Klasse von Körpern eine Vorstellung zu gewinnen. Allerdings beschäftigte man sich damals, und lange Zeit nachher auch noch, nicht mit der chemischen Zusammensetzung der Körper um der Erkenntniss der Zusammensetzung selbst willen; eine andere, dem damaligen Bildungsgrade mehr zusagende Aufgabe, deren Lösung mit dieser Kenntniss verknüpft erschien, musste

Digitized by Google

die Beschäftigung damit, diese Kenntniss zu gewinnen, vermitteln. Es war die Aufgabe, unedle Metalle in edle, in Gold und Silber zu verwandeln, die bearbeitet wurde und sich an eine Vorstellung über die Zusammensetzung der Metalle anlehnte. Es war die so lange unzählig viele Menschen beschäftigende Alchemie, deren Betreibung zuerst der Chemie sich auszubilden Anlass und Gelegenheit gab: die Alchemie, diese so viel versprechende, so wenig in Beziehung auf ihr eigentliches Vorhaben leistende Beschäftigung; dieses aussen glänzende, jeglichen Reichthum und beliebig langes Leben vorspiegelnde, durch die wunderbarsten Erzählungen lockende, lange in hohem Ansehen stehende Trugbild, welches denen, die ihm nachgingen, unbewusste oder bewusste Täuschung zu Theil werden liess, sie die Wahrheit zu verkennen oder die Lüge weiter zu tragen veranlasste, sie zu Betrogenen oder zu Betrügern machte, und gerade seine treuesten Verehrer und lautesten Lobredner schliesslich in materielles und sittliches Elend und zu den entehrendsten Strafen brachte.

In dem vierten Jahrhundert unserer Zeitrechnung existirte die Beschäftigung mit Metallverwandlung; während mehr als tausend Jahren bot sie dann für die Ausbildung der Chemie fast den einzigen, sicher den wichtigsten Anlass. Und zuerst, und lange, bedeutete „Chemie“ gerade diese Beschäftigung, die später gewöhnlicher als „Alchemie“ bezeichnet wurde. — In dem vierten Jahrhundert constatiren wir bereits das Dasein chemischer Forschungen, gleichsam das Dasein eines Stromes, welcher dann, langsam an Breite und Tiefe zunehmend, noch viele Jahrhunderte hindurch im Wesentlichen immer in derselben, in der alchemistischen Richtung dahinfliesst. Aber der Unkenntniss, die so lange bezüglich der Quellen des Nil herrschte, ist die Unkenntniss vergleichbar, in welcher wir noch hinsichtlich des Ursprungs dieses Stromes, der Chemie in ihrer Richtung als Alchemie, sind; über den Verlauf und die Zuflüsse dieses Stromes sind wir kaum besser unterrichtet, wie man es bis vor wenigen Jahren über den Verlauf und die Zuflüsse des Niger war. Denken Sie sich,

Digitized by Google

irgendwo sei das Dasein eines Stromes bekannt, ohne dass die da an seinen Ufern Wohnenden darüber glaubwürdige Nachricht zu geben vermögen, wo er entspringt und wie sein Verlauf weiter oberhalb sei. In ziemlich grosser Entfernung von da ist wieder ein Strom bekannt, so viel wir beurtheilen können dieselben Fluthen, aber durch Zuflüsse erheblich vermehrt, weiter führend; davon, wie der Lauf des Stromes in der Zwischenstrecke gewesen, von wo die Zuflüsse kamen und wo sie in den Strom einmündend ihn grösser werden liessen, sagen uns die hier weiter unten Wohnenden Nichts, obgleich er ihnen ziemlich viel Beschäftigung bietet. Und das wiederholt sich: unsere Kenntniss über den Lauf des Stromes verliert sich jetzt abermals, und in grosser Entfernung erst finden wir wieder einen, jetzt viel breiteren und tieferen Strom, von welchem wir allen Grund haben anzunehmen, er sei die Fortsetzung jener weiter oben bekannt gewordenen Gewässer; aber nochmals wissen wir jetzt Nichts darüber, wo der Strom in der Zwischenstrecke floss, welche Seitenzuflüsse zu seiner Mächtigkeit und dazu, was er mit sich führt, beitrugen und wo sie sich in ihn ergossen. Und die Anwohner des Stromes äussern sich wohl, dass er von den auch uns als weiter oben die Ufer bietend bekannten Ländern her komme; aber sie lehren uns Nichts über die Zwischenstrecken; und neben Einzelnem wahrscheinlich Richtigerem, was sie uns in jener Beziehung sagen, theilen sie uns hinsichtlich des oberen Verlaufes des Stromes und hinsichtlich seiner Quellen offenbare Fabeln mit, um so unglaubwürdigere und dabei um so allgemeiner in Glauben stehende, je weiter abwärts wir nun den Lauf des Stromes verfolgen. — Möge dieses, etwas lang ausgesponnene aber leidlich treue Gleichniss Ihnen die Lückenhaftigkeit unseres Wissens bezüglich der Beschäftigung mit Alchemie in früherer Zeit verdeutlichen; das Gebiet, innerhalb dessen uns die alchemistische Strömung stückweise bekannt ist und auf manchmal sehr beträchtlichen Zwischenstrecken nicht, ist die Zeit vom vierten bis ins dreizehnte Jahrhundert. Im vierten Jahrhundert beschäf-

Digitized by Google

tigt man sich in Aegypten mit Versuchen, unedle Metalle in Gold und Silber zu verwandeln, und Kenntniss dieser Beschäftigung kommt in Ländern vor, die damals mit Aegypten namentlich auch in wissenschaftlicher Verbindung standen. Dann finden wir die Alchemie, und zwar mit sehr vergrösserter chemischer Kenntniss, bei den Arabern, die sich vom achten bis ins elfte Jahrhundert, in ihren östlichen Wohnstätten und längs der Nordküste Afrika's und in Spanien eifrig mit der Wissenschaft, welche die Metallverwandlung lehren sollte, beschäftigten. Wann und wo solche Vergrösserung der chemischen Kenntnisse erworben wurde, und wie die Alchemie an die Araber kam, wissen wir nicht mit Sicherheit; nur Vermuthungen lassen sich darüber aussprechen, und diese sind in diesen verschiedenen Beziehungen sehr verschieden wahrscheinliche. Im elften Jahrhundert tritt die Beschäftigung mit Alchemie bei den Arabern schon stark zurück. Im dreizehnten Jahrhundert beginnt sie bei den christlichen Abendländern — in Spanien, in Frankreich, Italien, Deutschland, England — schon in Blüthe zu kommen; wiederum, ohne dass wir auch nur mit einiger Sicherheit angeben könnten, wie die Saat der Alchemie bei diesen Völkern ausgestreut wurde.

Lückenhaft ist unser Wissen bezüglich der Verbreitung der Alchemie und des Fortschritts chemischer Kentnisse in ihr für die Zeit vom vierten bis zum dreizehnten Jahrhundert. Und ganz unsicher ist unser Wissen bezüglich des Ursprungs der Alchemie: wo sie zuerst versucht worden sein mag. Darüber sind im Mittelalter allerdings sehr zuversichtlich Behauptungen ausgesprochen worden, welche diese Beschäftigung, unter Namhaftmachung von Ländern und Personen, weit in's Alterthum zurückgehen lassen; aber das da Behauptete erweist sich grossentheils schon bei oberflächlicher Prüfung als Fabel, und das, was in jenen Mittheilungen des Mittelalters wahr sein kann, wird durch die Beimischung von offenbar Unwahrem des bescheidenen Werthes als Zeugniss, den man ihm sonst etwa zugestehen könnte, auch noch

Digitized by Google

verlustig. Ich darf aber hier auf eine Besprechung dieser Behauptungen und Mittheilungen über das Alter der Chemie nicht eingehen. Nur das will ich sagen, dass jedenfalls die Alchemie älter ist, als die ältesten uns (aus dem vierten Jahrhundert) zugekommenen Zeugnisse für ihr Vorhandensein; diese Zeugnisse selbst legen in unzweifelhafter Weise dar, dass sie sich nicht über Etwas neu Aufgekommenes, sondern über Etwas schon länger Betriebenes aussprechen.

Und auch darauf darf ich hier nicht eingehen, wie man sich die Verwirklichung des in der Alchemie Angestrebten: die Ausführung der Verwandlung unedler Metalle in edle, dachte und ausmalte, und wie man Etwas, was nie ausgeführt wurde, als Etwas, was nicht nur auszuführen sei, sondern ausgeführt und oft ausgeführt worden sei, mit einer Sicherheit und Genauigkeit beschrieb, welche ihrer Zeit des Erfolges: die solches Vernehmenden zu verblüffen, nicht ermangelte und uns jetzt noch billig in Erstaunen versetzt. Uns kümmern jetzt diese Behauptungen der sogenannten practischen Alchemie, und was sich an sie knüpft, nicht. Aber von Wichtigkeit dafür, das Sonst der Chemie zu begreifen, ist die Verdeutlichung, auf welche Erfahrungen und Betrachtungen hin man die Umwandlung eines Metalles in ein anderes für möglich hielt.

Die Grundlage dieses Glaubens ist wohl eine Auffassung über die Ursache der Verschiedenheit der Materie, oder der verschiedenen Körper, wie sie in des Aristoteles Lehre, an die ich vorhin erinnerte, in ausgezeichnetster Weise ihren Ausdruck fand: dass in den verschiedenen Körpern nicht die Materie, sondern die Eigenschaften der Materie verschieden seien. Abänderungen der Eigenschaften, gerade von Metallen, waren aber in früher Zeit bekannt: das Kupfer konnte man durch Einwirkung gewisser Substanzen goldgelb, durch die Einwirkung anderer Substanzen silberweiss färben, und zwar durch die ganze Masse hindurch. Wir wissen jetzt, dass, wenn wir aus Rothkupfer Gelbkupfer (Messing) oder Weisskupfer machen, mit der Aenderung der Farbe auch

Digitized by Google

Aenderung der Zusammensetzung statt hat; aber früher dachte man hierbei nicht an eine Aenderung der Zusammensetzung, so wenig wie wir eine solche annehmen, wenn (was auch schon im Alterthume bekannt war) weicher Stahl zu hartem wird. Für einzelne Metalle konnte man also die Härte und die Farbe, auch die Geschmeidigkeit und die Schmelzbarkeit und manche andere Eigenschaft abändern; und da dachte man sich, es müsse auch möglich sein, alle Eigenschaften eines Metalles so zu denen eines anderen Metalles abzuändern, dass das erstere geradezu zu dem letzteren umgewandelt sei. — Bis in das fünfzehnte Jahrhundert, und bei Einzelnen wenigstens noch länger, liegt dem alchemistischen Streben — für viele Alchemisten allerdings unbewusst — die Auffassung wesentlich mit zu Grunde, dass dieselbe Materie, mit verschiedenen Eigenschaften bekleidet, die verschiedenen Körper und namentlich die verschiedenen Metalle bilde; dass also der Wechsel des Costüms eine Metallverwandelung einschliesse. Wird ein Stückchen Eisen in eine Lösung von blauem Vitriol gelegt, so verschwindet allmälig das Eisen und man findet Kupfer an seiner Stelle. Wir sagen jetzt: das Eisen löst sich, und in dem Vitriol enthaltenes Kupfer scheidet sich aus; wir betrachten das sichtbar gewesene eisenfarbige und das sichtbar werdende kupferrothe Metall nicht als dieselbe Materie einschliessend. Aber früher dachte man anders, und die der Mythologie entlehnten astrologisch-alchemistischen Benennungen: Mars für Eisen und Venus für Kupfer, lassen die rühere Auffassung recht gut ausdrücken: dieselbe Materie, die im Panzer des Mars als Eisen erscheine, trete nach der Einwirkung des Vitriolwassers im Kleide der Venus als Kupfer auf.

Aber zu dieser Vorstellung, welche wohl das älteste Fundament der Alchemie abgab, kam noch eine andere, lange Zeit die Alchemie wesentlich mitstützende Betrachtung. — Die verschiedenen Metalle, die den Alchemisten bekannt waren und für sie ganz eigentlich zunächst als Gegenstände der experimentalen Forschung und des Nachdenkens sich bo-

LANE LIBRARY

Digitized by Google

ten — die verschiedenen Metalle zeigen manches Gemeinsame. Sie zeigen alle Glanz, Dehnbarkeit oder Geschmeidigkeit, Schmelzbarkeit; sie werden im Allgemeinen, wenn dem Feuer ausgesetzt, verändert und zeigen bei dem Erhitzen eine Aenderung der Farbe. Die verschiedenen Metalle besitzen diese Eigenschaften in verschiedenem Grade. Diese Eigenschaften unterscheiden wir jetzt als theilweise physikalische, theilweise chemische. Eine solche Unterscheidung wurde damals nicht gemacht; aber wie in des Aristoteles Lehre gewisse Zustände oder Eigenschaften der Körper als auf dem Gehalt oder dem Vorwalten gewisser sogenannter Elemente beruhend betrachtet wurden, so nahmen auch die Alchemisten schon sehr frühe an, die auszeichnenden Eigenschaften der Metalle beruhen auf dem Gehalte der letzteren an gewissen Bestandtheilen als Trägern dieser Eigenschaften. Und man benannte diese Bestandtheile nach Körpern, welche die fraglichen Eigenschaften in besonders hohem Grade besitzen. Glanz, Geschmeidigkeit und Schmelzbarkeit zeigt das Quecksilber, Veränderlichkeit durch Feuer der Schwefel in hervorstechendster Weise; nach diesen beiden Körpern benannte man die Bestandtheile, welche man als Träger dieser Eigenschaften in den Metallen annahm. In dem achten Jahrhundert finden wir bei den Arabern die Lehre ganz ausgebildet vor (wir wissen nicht, wann, wo und von wem sie ursprünglich aufgestellt oder weiter bearbeitet wurde): die verschiedenen Metalle enthalten alle dieselben, als Quecksilber und Schwefel bezeichneten Bestandtheile, aber in verschiedenem Mengenverhältniss und von verschiedenem Grade der Reinheit; und die Umwandlung eines Metalls in ein anderes sei nur eine Abänderung des Verhältnisses, nach welchem diese Bestandtheile sich zusammen vorfinden, und der Reinheit jedes der letzteren.

So gedrängt und bestimmt, wie ich Ihnen hier die Basis und die Formulirung der ältesten uns bekannten Ansicht über die chemische Zusammensetzung einer gewissen Körperklasse vorlegte, findet man sie nun allerdings weder bei den Arabern

Digitized by Google

des achten bis elften Jahrhunderts noch bei den, sie geradezu adoptirenden abendländischen Alchemisten des dreizehnten bis fünfzehnten Jahrhunderts ausgesprochen. Sondern in, jener Zeit entsprechender Weitschweifigkeit und Unklarheit, und in erheblicher Confusion mit den da auch immer noch anerkannten Aristotelischen Lehren. Die verschiedenen Körper seien verschieden wegen des verschiedenen Gehaltes an erdigem, wässerigem, luftigem und feuerigem Element in Aristoteles' Sinn; und die Metalle seien verschieden wegen des verschiedenen Verhältnisses und der verschiedenen Reinheit der in ihnen angenommenen, als Quecksilber und Schwefel bezeichneten Bestandtheile; und diese Bestandtheile seien unter sich verschieden, und für jeden derselben seien wieder ungleiche Grade der Reinheit verschieden, auf Grund des verschiedenen Gehaltes an Aristotelischen Elementen. Es ist mindestens schwer — und es gehört mit zu dem Undankbarsten, wenn man sich mit der Geschichte einer Wissenschaft abgiebt —, das Ineinandergreifen von Vorstellungen, welches auf Confusion und auf Unklarheit der Begriffe wesentlich beruhte, klar und mit scharfen Zügen zu zeichnen. Ich will auch bezüglich der Ansicht, welche ich eben zu besprechen hatte, keinen weiteren Versuch in dieser Richtung machen, sondern nur noch einmal hervorheben: Vor etwa elfhundert Jahren findet sich, und zwar als Etwas nicht Neues, die Vorstellung: die Verschiedenheit gewisser Körper, der verschiedenen Metalle, beruhe auf einer Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung, nämlich des Verhältnisses und der Reinheit der in ihnen angenommenen, als Quecksilber und Schwefel bezeichneten Bestandtheile; diese chemischen Elemente, wie wir sie nennen wollen, galten aber damals noch nicht als grundverschiedene Arten Materie, sondern als verschiedene Zustände derselben Materie, im Aristotelischen Sinne.

Für die arabischen Gelehrten ebenso wie für die Scholastiker des Mittelalters, für diese Pfleger der Alchemie waren

Digitized by Google

die Aristotelischen Lehren, soweit sie sie verstanden oder zu verstehen glaubten, Grundpfeiler des Wissens; und der Einfluss hiervon erstreckte sich, wie Sie aus dem jetzt Gesagten entnehmen konnten, auch auf die Ansichten, welche sich auf dem Gebiete der Chemie entwickelten. — In dem sechzehnten Jahrhundert kommt die Chemie aus der bisherigen Pflege heraus in die von Männern, welche sich mit dem Studium Aristotelischer Lehren Nichts mehr zu schaffen machten: in die Pflege der Aerzte und speciell der Aerzte, welche des Paracelsus Fahne folgend das Ansehen älterer Autoritäten gering achteten und sich ganz auf selbstständige Forschung stützen wollten. In dem sechzehnten und siebenzehnten Jahrhundert steht die Chemie, wenn sie auch noch von Vielen in der Richtung als Alchemie cultivirt wird, wesentlich im Dienste der Medicin; die Heilkunde will nach chemischen Principien die Krankheiten erklären und heilen. Die Medicin übernimmt von der Alchemie die, noch immer unklare, Vorstellung, welche von chemischer Zusammensetzung gewonnen war, und sie theilt die Ansicht, dass gewisse Eigenschaften der Körper auf einem Gehalt derselben an gewissen chemischen Bestandtheilen beruhen. Sie dehnt aber die Betrachtung des Vorkommens dieser Eigenschaften, und damit der Zusammensetzung der Körper, weiter aus, als man es bisher, sich auf die Metalle beschränkend, gethan hatte: bis auf den menschlichen Körper und seine einzelnen Organe. Von Eigenschaften beachtet man jetzt vorzugsweise: die Einwirkung des Feuers ohne Veränderung aushalten zu können; dann, bei Einwirkung von Hitze sich unverändert zu verflüchtigen; endlich, bei Einwirkung des Feuers zu verbrennen oder doch Veränderung zu erleiden. Als Träger der Eigenschaft, feuerbeständig zu sein, nahm man Etwas an, was man Salz nannte; als Träger der Eigenschaft, unverändert flüchtig zu sein, Etwas als Quecksilber Bezeichnetes; als Träger der Eigenschaft, brennbar zu sein, Etwas, das man Schwefel nannte. Und da diese Eigenschaften sehr verbreitete sind, und man an jedem Körper

Digitized by Google

mindestens Eine — wenn nicht mehrere nach einander — wahrnimmt, so betrachtete man jene angenommenen Bestandtheile als die Elemente aller Körper: schrieb bei allen Körpern, die durch Feuer verändert werden, dies auf Rechnung eines Gehaltes an dem als Schwefel benannten Bestandtheil, und bezeichnete Alles Feuerbeständige, welches ein Körper bei dem Erhitzen oder Verbrennen zurücklässt, als das in ihm enthalten gewesene Element Salz. — In der Heilkunde des sechzehnten und siebenzehnten Jahrhunderts spielen diese Elemente: Salz, Quecksilber und Schwefel — deren Annahme sich übrigens auch an einzelne vor das sechzehnte Jahrhundert zurückreichende Andeutungen anschloss — eine grosse Rolle. Denn man war der Ansicht, dass der menschliche Körper im Ganzen und jedes seiner Organe nur bei einem gewissen Verhältnisse der Zusammensetzung aus besagten Elementen gesund sei, Krankheit auf abnormer Zusammensetzung und Heilung auf Wiederherstellung der normalen Zusammensetzung beruhe. Wie man in dem siebenzehnten Jahrhundert diese Vorstellung über das Wesen von Gesundheit, Krankheit und Heilung beibehalten aber gerade jene als Salz, Quecksilber und Schwefel bezeichneten Bestandtheile nicht mehr als die bedingenden anerkennen, und was man in dieser Beziehung an ihre Stelle setzen wollte — das geht über den Rahmen dessen, was ich Ihnen zur Betrachtung vorlegen darf, weit hinaus und kann hier nicht zur Besprechung kommen. Aber auf Eines deuten wir nochmals ausdrücklich hin: die Ansicht entwickelt sich immer mehr, dass die verschiedenen Körper verschieden seien, d. h. verschiedene Eigenschaften und namentlich auch verschiedene chemische Eigenschaften zeigen, auf Grund davon, dass sie aus verschiedenen Bestandtheilen oder nach verschiedenem Mengenverhältnisse derselben zusammengesetzt seien. Dass diese Ansicht mehr und mehr Annahme und immer grössere Ausdehnung in immer weiterer Anwendung findet: das ist uns, für jene Zeit zu wissen, von Wichtigkeit. Wobei wir uns auch nicht verhehlen dürfen, was in der Auffassung jener Zeit Alles noch unrich-

Digitized by Google

tig und undeutlich war; namentlich dass ganz ungleichartige Substanzen — das Feuerbeständige aus den verschiedenartigsten Körpern — mit derselben Bezeichnung: salziger Bestandtheil belegt wurden; dass die überall angenommenen Elemente Salz, Schwefel und Quecksilber nur Fictionen waren und man meist gar nicht versuchte, so Bezeichnetes aus Körpern, in welchen man es annahm, rein auszuscheiden; dass darüber, auf was denn die Verschiedenheit dieser sogenannten drei Elemente beruhe, man so gut wie keine Vorstellung hatte; dass endlich, wenn man die undeutlichen Erörterungen über Zusammensetzung aus jener Zeit liest, man wirklich oft noch in Zweifel sein kann, ob, was da als Element eines Körpers besprochen ist, Etwas in dem Körper materiell Enthaltenes oder nur den Träger einer ihm zugekommenen Eigenschaft bedeute, ob es wirklich als ein wägbarer Bestandtheil oder nur als eine, vielleicht gar nicht wägbare Befähigung, ein gewisses Verhalten zu zeigen, aufgefasst worden sei. Zu welchen Zweifeln um so mehr Anlass vorliegt, als die Verfasser der uns zu ihnen anregenden Schriften von den Unterscheidungen, die wir annehmen und welche den Grund für die Zweifel abgeben, noch gar keine Ahnung hatten.

Aber während der ganzen Zeit, wo man sich so mit Elementen zu schaffen machte, die nur eingebildete waren, machte man doch auch stetig in soliderer Erkenntniss der Zusammensetzung einer Menge verschiedener Körper Fortschritte. Man erkannte z. B., dass Kupfer in Körpern stecke, welche das Auge Nichts von metallischem Kupfer gewahren lassen, z. B. in blauem Vitriol; oder dass der Zinnober Quecksilber und Schwefel in sich enthält, und zwar nicht die auch mit diesen Namen bezeichneten imaginären Elemente, sondern wirkliches Quecksilber und wirklichen Schwefel. Mehr und mehr wuchs solche Erkenntniss; mehr und mehr trat sie in den Vordergrund. Und gegen das Ende des siebenzehnten Jahrhunderts war es so weit gekommen, dass man

Digitized by Google

diese Erkenntniss: welche Substanzen nachweisbar einen Körper zusammensetzen, als das einzig von der Chemie Anzustrebende, und die Bezugnahme auf Elemente, welche sich nicht vorzeigen lassen und bei genauerer Aufsuchung als nur eingebildete erweisen, als einen Irrthum betrachten durfte. Es war ein Irländer, Robert Boyle, welcher zuerst, und zwar in den sechzehnhundertsechziger Jahren, das so bestimmt aussprach und für die Anerkennung dieser Wahrheit so wirkte, dass man sie von ihm an als für die Wissenschaft errungen anzusehen hat. Als Bestandtheile der Körper werden von nun an die Substanzen betrachtet, welche sich aus den ersteren durch Zerlegung derselben erhalten oder zu den ersteren zusammenfügen lassen; als chemische Elemente einfach die, welche einer Zerlegung durch alle bekannten Hülfsmittel trotzen. Und diese chemischen Elemente erkennt man als nach unserem Wissen einfachste und grundverschiedene Arten von Materie an.

Welch ein Gegensatz in der Auffassung der Ursache, weshalb verschiedene Körper verschieden seien, in dem Alterthum und der, von Boyle an zu datirenden Neuzeit! Zeigt man vom historischen Standpunkt aus diese sich entgegengesetzten Auffassungen, und ihren Uebergang in einander, so können sie erscheinen wie zwei deutlichst verschiedene, durch undeutliche Zwischenstufen in einander übergehende Bilder, ähnlich wie sie uns in den *Dissolving views* vorgeführt werden. Ganz bestimmt ist die Aristotelische Auffassung, nach welcher Eine, an sich eigenschaftslose Materie durch ihr hinzukommende Eigenschaften Gestalt erhält, und in der Bekleidung mit verschiedenen Eigenschaften die verschiedenen Körper bildet; diese Auffassung geht über in die der Alchemisten, aber verwischter dadurch, dass jetzt nicht mehr nur die Verschiedenheit physikalischer Zustände und physikalischer Eigenschaften für die Betrachtung der Verschiedenheit der Körper als Grundlage dient, sondern auch Verschiedenheit chemischer Eigenschaften mehr und mehr in Betracht

Digitized by Google

gezogen wird und nun auch Elemente, welche Träger auch chemischer Eigenschaften sind, angenommen werden und der Begriff der chemischen Zusammensetzung sich vorbereitet. Wir sehen, wie die Aristotelische Auffassung dann mehr und mehr zurücktritt, die Beachtung des chemischen Verhaltens und der chemischen Zusammensetzung der Körper mehr und mehr vortritt; und zuletzt sehen wir klar und scharf die Auffassung vor uns: auf der Verschiedenartigkeit der chemischen Zusammensetzung beruhe die Verschiedenartigkeit der verschiedenen Körper, welche in so überwältigender Mannichfaltigkeit die Natur uns bietet oder man künstlich darzustellen gelernt hat. Der Begriff: „chemische Zusammensetzung", der in dem Mittelalter der Geschichte der Chemie zunächst nur sehr unklar auftritt, wird jetzt die Grundlage der Chemie als Wissenschaft; seine klarere Erfassung ist während der Neuzeit die Basis jedes Fortschritts.

Darf ich nun noch darauf eingehen, Ihnen mit einigen, möglichst scharfen und kurzen Strichen zu zeichnen, was für die Neuzeit — sage ich gleich: für die Chemie jetzt — dieser Begriff ist und wie er sich ausgebildet hat? Ich verhehle mir nicht, dass dieser Versuch für Sie und für mich Etwas Unbefriedigendes haben kann; ich muss auf Einzelnes Thatsächliche Bezug nehmen, was der Vorstellung Mancher unter Ihnen vielleicht nicht ganz geläufig ist, und auf Betrachtungen muss ich mich einlassen, die, einfach wie sie eigentlich sind, immerhin sich in ihrer ganzen Einfachheit erst bei etwas längerer Besichtigung präsentiren. Aber ich möchte Ihnen doch gern eine Idee davon geben, in welcher Weise in der Erkenntniss der chemischen Zusammensetzung die neuesten Fortschritte in der Chemie gipfeln.

Seit 200 Jahren also hat man die Ansicht: es giebt gewisse verschiedene Arten einfachster Materie, die s. g. chemischen Elemente, welche für sich auftreten und welche unter sich vereinigt s. g. zusammengesetzte Körper bilden können. Es thut Nichts zur Sache, dass man sich nicht sofort in allen

Digitized by Google

und jeden Beziehungen von den früheren Anschauungen losmachen konnte und zuerst noch ein oder das andere Element annahm, welches später als nichtexistirend nachgewiesen wurde; und ebensowenig, dass, als vor etwa 80 Jahren unsere jetzigen Lehren bezüglich der Elemente im Wesentlichen festgestellt wurden, man noch einzelne Körper unter den Elementen aufführte, die man später doch noch als zusammengesetzt, d. h. in Ungleichartiges zerlegbar erkannt hat, und dass man damals einzelne Elemente nicht kannte, welche seitdem entdeckt worden sind. Jetzt kennt man einige sechzig, ich glaube 63 solche unzerlegbare Körper, s. g. chemische Elemente. Die Verschiedenartigkeit dieser Elemente — dieser nach unserer Erkenntniss einfachsten Arten der Materie — und die Verschiedenartigkeit der Combinationen, in welchen, und der Gewichtsverhältnisse, nach welchen sie vereinigt sein können, betrachtet man als die Ursache der Verschiedenartigkeit der Körper, welche man als chemisch verschiedene bezeichnet. Man betrachtet diese Körper als aus verschiedenen Materialien, oder wenn aus denselben Materialien als nach verschiedenem Verhältnisse derselben zusammengefügt. Verschiedene Grundsubstanzen erkennt man an in dem Zinn, dem Silber, dem Quecksilber, dem Schwefel; dieselben Grundsubstanzen — Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff —, aber nach verschiedenen Mengenverhältnissen vereinigt, sind im Holz und im Weingeist und in der Essigsäure und in vielen anderen Körpern enthalten.

Bis etwa zum Jahre 1830 glaubte man in dem eben Dargelegten die alleinige Ursache und eine befriedigende Erklärung der chemischen Verschiedenheit der Körper sehen zu dürfen. Bis dahin war man der Ansicht, dasselbe Element könne immer nur als Eine Art von Körper, immer mit denselben und namentlich mit denselben chemischen Eigenschaften begabt auftreten; und aus der Zusammenfügung derselben Elemente nach dem nämlichen Gewichtsverhältnisse könne nur ein und derselbe Körper resultiren. Aber dann lernte man Thatsachen kennen, die dem widersprachen: zu-

Digitized by Google

erst ganz wenige, die noch als Ausnahmen von einem im Wesentlichen gültigen Gesetze betrachtet wurden, und dann mehr und mehr, so dass, was man bisher als feststehende Lehre und zureichendes Gesetz anerkannt hatte, als der Ausdruck einer beschränkten Kenntniss und als unzureichend zur Erklärung der chemischen Verschiedenartigkeit der Körper anzusehen war.

Jetzt kann ich um die schon vorhin gefürchtete Erinnerung an weniger geläufige Thatsachen nicht herumkommen. Zuerst an Etwas noch ziemlich Bekanntes: Essig und Zucker sind, auch chemisch betrachtet, ganz verschiedene Körper; aber die stärkste, also von Wasser möglichst befreite Essigsäure und der getrocknete Kochzucker oder Krümelzucker sind aus denselben Elementen — Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff — genau nach demselben Gewichtsverhältnisse zusammengesetzt. — Und dann brauche ich noch eine Vorstellung von einigen weniger gewöhnlichen Körpern. Eine verlöschte Spirituslampe, deren Docht noch glimmt, verbreitet einen eigenthümlichen stechenden Geruch; die äusserst flüchtige, erstickend riechende Flüssigkeit, welche sich hierbei bildet, haben die Chemiker Aldehyd genannt. Ganz andere, auch andere chemische Eigenschaften hat der lieblich und erfrischend riechende Essigäther. Und ein wiederum von den vorhergehenden ganz verschiedener Körper ist die unangenehm und stark nach ranziger Butter riechende Buttersäure, die aus der Butter dargestellt werden kann. Aber diese drei Körper, die in den physikalischen und in den chemischen Eigenschaften durchaus verschieden sind, bestehen wiederum aus denselben Elementen — Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff — nach genau demselben Gewichtsverhältniss.

Auch bei unzerlegbaren Körpern hat man Zustandsverschiedenheiten solcher Art kennen gelernt, dass man keineswegs von vornherein vermuthen möchte, es sei eine und dieselbe Art Materie, die in den verschiedenen Zuständen mit so grundverschiedenen Eigenschaften auftritt. Dieselbe unzerlegbare Substanz, die man als Phosphor bezeichnet und

Digitized by Google

seit nahezu 200 Jahren als einen gelben weichen, leicht schmelzbaren und äusserst entzündlichen, an der Luft sich rasch verändernden Körper kennt, sie kann auch als ein rother spröder, starke Hitzegrade ohne Veränderung und Entzündung vertragender, an der Luft sich nicht verändernder Körper dargestellt werden. Dasselbe Element, das als gewöhnlicher Sauerstoff in so reichlicher Menge in der Luft enthalten ist, welcher keinen Geruch hat, auf gewisse Substanzen erst in der Hitze einwirkt, mit feuchtem Silber längere Zeit in Berührung sein kann ohne es zu verändern, — dasselbe Element kann sich in dem Zustande, in welchem man es als Ozon bezeichnet, mit so verschiedenen Eigenschaften zeigen, wie man sie nur bei einem ganz anderen Element etwa erwarten sollte: als ein stark riechendes, auf jene nämlichen Substanzen schon bei gewöhnlicher Temperatur mit Heftigkeit einwirkendes Gas, in welchem feuchtes Silber rasch sich schwärzt und gleichsam rostet. — Auch hier Existenz verschiedener Körper bei, wie man wohl sagen möchte, unzweifelhaft gleicher Zusammensetzung.

Ist nicht der vorhin als eine Errungenschaft der Neuzeit hervorgehobene Satz, dass die chemische Verschiedenheit der Körper auf einer Verschiedenheit der Zusammensetzung beruhe, durch solche Thatsachen widerlegt? Die frühere beschränktere Auffassung dieses Satzes ist es allerdings; aber eine neuere erweiterte hat gerade diesen Satz bestätigt finden und ihn als den Fundamentalsatz der Chemie fortbestehen lassen. Wie, das lassen Sie mich mit wenig Worten noch andeuten.

Die Naturforschung kann sich jetzt nicht mehr der Hypothese begeben, dass die Körper aus kleinsten Theilchen bestehen, die nicht weiter theilbar sind, ohne dass Etwas Anderes, als das der Theilung Unterworfene, zum Vorschein käme. Man bezeichnet die gleichartigen kleinsten Theilchen eines Körpers, aus welchen dieser, wenn für sich existirend, zusammengefügt ist, als die physikalischen Atome oder die Molecüle dieses Körpers. Ein Stück Kupfer besteht aus

Digitized by Google

Kupfer-Molecülen, eine wahrnehmbare Menge Sauerstoffgas oder Weingeist aus Sauerstoff- oder Weingeist-Molecülen. Man unterscheidet von den Molecülen der Körper — d. h. den kleinsten Theilchen derselben, die man sich noch als selbstständiger Existenz fähig denken kann — die chemischen Atome oder schlechtweg die Atome derselben: d. h. die kleinsten Theilchen derselben, die in chemische Verbindung eingehen oder zu der Bildung eines Molecüls beitragen können. Die Molecüle bestehen aus Atomen. Die Molecüle zusammengesetzter Körper schliessen ungleichartige Atome, Atome verschiedener Elemente ein, während wir für die Molecüle unzerlegbarer Körper, s. g. chemischer Elemente, anzunehmen haben, dass sie aus gleichartigen Atomen bestehen. Wir wissen Nichts über die absoluten Anzahlen der Atome, welche zu der Bildung der Molecüle der verschiedenen Körper zusammentreten; ob z. B. in einem Kupfer-Molecül 2 oder 10 oder 100 Kupfer-Atome vereinigt sind. Wohl aber kennen wir mindestens mit grosser Wahrscheinlichkeit für viele Körper, in welchen Verhältnissen die Atomanzahlen stehen, die zu der Bildung ihrer Molecüle concurriren: in welchem Verhältniss z. B. in einem Weingeist-Molecül die Anzahlen der darin enthaltenen Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome stehen, oder in welchem Verhältnisse die Anzahlen Sauerstoff-Atome stehen, die einerseits in einem Weingeist-Molecül, andererseits in einem Molecül freien gewöhnlichen Sauerstoffs enthalten sind.

Und jetzt wird es fast von selbst klar sein, in welcher Weise man die Zustandsverschiedenheiten desselben unzerlegbaren Körpers als auf verschiedener Zusammensetzung beruhend erklärt: dieselben elementaren Atome können, in ungleicher Anzahl sich zu Molecülen zusammenfügend, ungleiche Molecüle entstehen lassen. Wir wissen so gut wie gewiss, dass in Einem Molecül Ozon eine grössere Anzahl von Sauerstoff-Atomen enthalten ist, als in einem Molecül gewöhnlichen Sauerstoffs; wir dürfen mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass die Anzahlen der Sauerstoff-Atome in

Digitized by Google

einem Molecül Ozon und in einem Molecül gewöhnlichen Sauerstoffs in dem Verhältnisse wie 3 zu 2 stehen. Also noch einmal: Ozon und gewöhnlicher Sauerstoff bestehen aus Molecülen von verschiedener Zusammensetzung, nicht was die Qualität sondern was die Anzahl der in ihnen enthaltenen Atome betrifft. Denken Sie sich die Sauerstoff-Atome als Streiter alle derselben Art; lassen Sie diese Vergleichung, wenn sie auch eine etwas rohe ist, zu, denn in der That streiten diese Atome bei chemischen Vorgängen gegen den Verband, in welchem andere Atome unter sich stehen, und müssen sie Widerstände, die sich ihnen bieten, überwinden, um neue Positionen einzunehmen und diese zu behaupten. Eine gewisse Gewichtsmenge Sauerstoff ist eine, von uns nicht bestimmter anzugebende Anzahl dieser Atome, dieser Streiter; aber in gleichen Gewichtsmengen gewöhnlichen und ozonisirten Sauerstoffs ist die Formation derselben Anzahl Streiter, die Vereinigung mehrerer derselben zu einem in sich geschlossenen, selbstständigen Streithaufen, einem Molecül, eine andere. Eine gewisse Gewichtsmenge gewöhnlichen Sauerstoffs schliesst eine gewisse Zahl solcher Streiter oder Atome ein, die zu einer gewissen Zahl von Streithaufen oder Molecülen formirt sind; eine gleiche Gewichtsmenge Ozon schliesst dieselbe Zahl ebensolcher Streiter oder Atome ein, die aber zu einer anderen, zu einer kleineren Zahl von Streithaufen oder Molecülen formirt sind. Ein Molecül Ozon ist ein numerisch stärkerer, eine grössere Zahl von Atomen oder Streitern enthaltender Streithaufen, als Ein Molecül gewöhnlichen Sauerstoffs. Es wird uns verständlich, auf was die Verschiedenheit zwischen gewöhnlichem Sauerstoff und Ozon beruht, auf was der Uebergang desselben Elementes aus dem einen in den anderen dieser beiden Zustände, und wie je nach der verschiedenen Formation der nämlichen elementaren Atome für diese beiden Zustände denselben ein verschiedener Effect bei der chemischen Einwirkung auf andere Körper, bei dem Angriff auf andere Streithaufen aus welchen die letzteren bestehen, zukommen kann.

Digitized by Google

Was ich hier bezüglich der Möglichkeit verschiedener Formation gleichartiger Atome zu Molecülen zu verdeutlichen suchte, kann aber offenbar auch statthaben für ungleichartige Atome. — Denken Sie sich unter verschiedenen unzerlegbaren Atomen — Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff-Atomen z. B. — verschiedene Arten Streiter: Schwertkämpfer zu Fuss, Reiter, mit Feuerwaffen Versehene; das Gleichniss wird allerdings immer roher — fast hätte ich gesagt, zeitgemässer für dieses kriegerische Jahr —, in den Einzelnheiten immer weniger zutreffend, hilft aber doch wohl zum Verständniss dessen, was mir zunächst zu sagen bleibt. — Möglichst entwässerte Essigsäure und getrockneter Krümelzucker enthalten in gleichen Gewichtsmengen dieselben Gewichte Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff: also dieselben Anzahlen Atome dieser drei Elemente oder dieselben Zahlen von Streitern dreierlei Art. Aber wiederum ist die Formation dieser Streiter zu tactischen Einheiten, zu Streithaufen oder Molecülen in diesen zwei verschiedenen Körpern eine ungleiche: Ein Molecül Krümelzucker enthält eine grössere Anzahl — mindestens dreimal, vielleicht sechsmal so viel — Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome, als Ein Molecül Essigsäure. Bei gleicher Zusammensetzung der Essigsäure und des Krümelzuckers, was die Qualität und das Quantitätsverhältniss der in ihnen enthaltenen Elemente betrifft, sind doch die Molecüle jener beiden Körper ungleich zusammengesetzt: nämlich ungleiche Anzahlen derselben elementaren Atome, wenn auch nach demselben Verhältnisse, in sich enthaltend. Und mit noch grösserer Sicherheit wissen wir, dass in dem Aldehyd nur halb so viel Atome Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zu Einem Molecül zusammengefügt sind, als in dem Essigäther oder der Buttersäure, welche im Uebrigen aus denselben Elementen ganz nach demselben Verhältnisse zusammengesetzt sind.

Aber auf was beruht die Verschiedenartigkeit der beiden letzteren Körper: der Buttersäure und des Essigäthers, deren Molecüle aus gleich grossen Anzahlen derselben Atome

Digitized by Google

zusammengesetzt sind? Für alle, nach der Qualität und der Zahl der in einem Molecül enthaltenen Atome auch nur etwas complicirter zusammengesetzten Molecüle hat man anzunehmen, dass nicht sämmtliche darin enthaltenen elementaren Atome durch gleichmässige Anziehung derselben unter einander zusammengehalten seien und alle in gleichmässigem Verband unter sich stehen, sondern dass eine Gruppirung der in einem complicirteren Molecül enthaltenen elementaren Atome statt hat. Um den vorhin herbeigezogenen Vergleich der Atome mit Streitern, der Molecüle mit Streithaufen noch einmal zu benutzen: die complicirteren Streithaufen sind gegliedert in Unterabtheilungen, die wir als nähere Bestandtheile bezeichnen; und diese Gliederung kann für dieselben Zahlen und Arten elementarer Atome eine verschiedene sein. Zwei Streithaufen, welche beide eine und dieselbe Zahl von Streitern einer Art, auch gleichviel Streiter einer anderen Art, endlich auch die nämliche Zahl von Streitern einer dritten Art einschliessen und für welche also der Präsenzstand von Streitern nach Zahl und Art derselben ganz der gleiche ist, können sehr verschiedene innere Formation haben: die einzelnen Arten der Streiter zu unter sich getrennten Unterabtheilungen vereinigt, oder verschiedene Arten von Streitern zu einzelnen Unterabtheilungen combinirt, und hier wiederum kann die Zahl der Unterabtheilungen und die Art der Combination der einzelnen Waffengattungen in ihnen eine sehr verschiedene sein. Je nach dieser inneren Formation der einzelnen Streiter zu Unterabtheilungen des Streithaufens wird die Wirkung desselben oder die Widerstandsfähigkeit unter gewissen Umständen eine sehr verschiedene sein können; und wenn der Widerstand überwunden, der Streithaufen zersprengt wird, wird die innere Formation, die er hatte, selbst noch auf die Zusammensetzung der Trümmer von Einfluss sein können. Für den Chemiker bietet in der That die Untersuchung, wie die zu einem Molecül einer Verbindung zusammengetretenen elementaren Atome nach der Zersetzung des Molecüls unter verschiedenen Um-

Digitized by Google

ständen sich noch zusammen oder in welchem Verhältnisse von einander getrennt finden, die Hauptanhaltspunkte für die Schlussfolgerung, in welcher Gruppirung zu näheren Bestandtheilen jene Atome in dem der Zersetzung unterworfenen Molecül enthalten waren. — Ich brauche kaum mehr bezüglich solcher Körper zu sagen, die wie die Buttersäure und der Essigäther so ganz verschiedene Eigenschaften bei Gehalt derselben Elemente in dem nämlichen Verhältnisse zeigen: in ihren Molecülen sind gleich grosse Anzahlen Atome derselben Elemente enthalten, aber in anderer Weise zu näheren Bestandtheilen geordnet, und desshalb verhalten sich ihre Molecüle anderen Körpern gegenüber chemisch verschieden und geben sie unter denselben Umständen verschiedene Zersetzungsproducte.

Wenn es mir gelungen ist, Etwas, was meiner Ansicht nach sich vor einem solchen Kreis allgemein verständlich sollte darlegen lassen, auch nur einigermassen deutlich zu machen, so sehen Sie, wie hier der Grundgedanken der neueren Chemie: nämlich dass die chemische Verschiedenheit der Körper auf verschiedener chemischer Zusammensetzung beruhe, sich noch bewahrheitet; nur ist dieser Gedanken jetzt nicht mehr ganz der, wie man ihn vor 40 Jahren noch auffasste; er ist gleichsam erweitert und dabei nach einzelnen Richtungen zugespitzt worden. Und nun habe ich nur noch zu sagen, dass die Chemie — d. h. die s. g. reine Chemie, denn von der angewendeten spreche ich eben nicht — jetzt immer noch mit der Bearbeitung dieses Gedankens, mit der Entwickelung und Verfolgung desselben nach den verschiedensten Richtungen hin zu thun hat, und dass er der Forschung zu den bereits länger bekannten immer neue Seiten enthüllt und darbietet. Was die Natur an verschiedenen Körpern aufweist, wird untersucht, ob man eine Art von Streitern — ich brauche den Vergleich zum letzten Mal — finde, die man bis dahin noch nicht angetroffen oder unterschieden hat, und neue und

Digitized by Google

immer schärfere Methoden werden dazu ausgedacht und angewendet, bis dahin verborgen gebliebene oder übersehene Arten auszuspüren, d. h. die Liste der chemischen Elemente zu vervollständigen. Viele Gesetzmässigkeiten bezüglich der Aneinanderfügung der Streiter oder der elementaren Atome sind entdeckt und andere in vorschreitender Erkenntniss begriffen; und gewisse Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Arten von elementaren Atomen kommen jetzt mehr und mehr an's Licht: z. B. dass einige immer nur paarweise sich zum Arrangement eines Molecüls verwendbar erweisen, und wieviel Seiten verschiedene elementare Atome anderen zur Anlehnung bei der Zusammenstellung eines Molecüls bieten, und noch Manches der Art. Wie die Formation der Streiter, die Anordnung der elementaren Atome zu näheren Bestandtheilen in den verschiedenen zusammengesetzten Körpern sei, und wie bestimmte chemische Eigenschaften, z. B. als Säure zu wirken, auf einer bestimmten Art von Formation beruhen, daran wird unablässig geforscht. Und auch eine Abhängigkeit einer grösseren Zahl von physikalischen Eigenschaften der Körper von ihrer chemischen Zusammensetzung im weitesten Sinne des Wortes ist nachgewiesen und bildet den Gegenstand unausgesetzter Untersuchungen und stets sich erweiternder Erkenntniss. Aber einer solchen Besprechung, wie sie uns hier beschäftigte, sind Grenzen gesteckt, welche jetzt bereits fast überschritten wurden, und ich darf nicht mehr versuchen, diese Andeutungen, was jetzt der Chemie bei ihren Arbeiten über die chemische Zusammensetzung im Vordergrunde steht, klarer auszuführen, sondern schliesse mit dem Wunsche, dass es mir gelungen sein möge, die Aufgabe und Anschauung der Chemie in der Neuzeit im Allgemeinen, und namentlich gegenüber den Richtungen und Ansichten vergangener Zeiten, in einigermassen deutlicher und haftender Schilderung vorgeführt zu haben.

Digitized by Google

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Einleitung in die Krystallographie
und in die
krystallographische Kenntniss der wichtigeren Substanzen.

Von

Hermann Kopp.

Zweite Auflage.

Mit einem Atlas von 22 Kupfertafeln und 7 lithographirten Tafeln, Netze zu Krystallmodellen enthaltend.

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr. 20 Sgr.

Der Zweck dieses Buches ist, die Anfangsgründe der Krystallographie auch für solche, welche wenige Vorkenntnisse besitzen, leichtfasslich darzulegen, und namentlich die Erwerbung krystallographischer Kenntnisse denen, welche sich mit dem Studium der Chemie beschäftigen, zugänglicher zu machen. Der Verfasser hat, ohne die Wichtigkeit der aus der Mineralogie für die Krystallographie sich ergebenden Beispiele zu verkennen, den früher bei den Lehrbüchern über Krystallographie fast durchgängig eingeschlagenen Weg verlassen, die letztere hauptsächlich in ihrem Verhältniss als Hülfswissenschaft der Mineralogie aufzufassen; er hat die Beispiele gleichmässig an den wichtigeren Mineralien und an den wichtigeren chemischen Präparaten gewählt. Neben deutlicher Darstellung der theoretischen Sätze soll die praktische Anwendung derselben vermittelt und möglichst erleichtert werden. Eine klarere Auffassung der krystallographischen Gesetze soll durch die in dem Buche gegebene Anleitung zum Zeichnen und durch die Erleichterung der Uebungen an Modellen (deren Anfertigung Jedem durch die dem Buche beigegebenen Modellnetze möglich wird) vermittelt, und die praktische Anwendung durch stete Hinweisung auf bekanntere und leicht zu erhaltende Substanzen, sowie durch eine vollständigere Besprechung der Verzerrungen, der ähnlichen Formen u. a. gefördert werden.. Als ein wesentliches Hülfsmittel für die Uebungen in krystallographischen Bestimmungen dürften endlich noch die krystallographischen Beschreibungen der wichtigeren Körper (Mineralien und chemischen Producte) dienen, die Angabe der wichtigsten Formen und Winkel, Axenverhältnisse u. s. w., so wie auch die zahlreichen, sämmtlich für das vorliegende Buch neu gezeichneten Figuren.

Die Kenntniss der Elemente der Krystallographie ist für den Chemiker mehr und mehr unentbehrlich geworden. Für diese zweite Auflage sind, soweit es der Plan des Buches zuliess, die Fortschritte berücksichtigt, welche die Krystallographie namentlich in ihren Beziehungen zur Chemie seit der Ausarbeitung der ersten Auflage gemacht hat. Vollständiger noch, als in der ersten Auflage, sind in dieser zweiten die in chemischer Beziehung wichtigsten Körper krystallographisch beschrieben, d. h. namentlich die in den Laboratorien am häufigsten vorkommenden oder am leichtesten in deutlichen Krystallen zu erhaltenden Präparate, wie auch diejenigen Substanzen, welche die wichtigsten Fälle von Isomorphismus und Dimorphismus abgeben.

Wissenschaftliche Vorträge,
gehalten zu München im Winter 1858

von

Th. Bischoff, J. C. Bluntschli, F. Bodenstedt, M. Carriere, P. Heyse, Ph. Jolly, F. Knapp, Fr. v. Kobell, J. v. Liebig, F. Löher, M. Pettenkofer, W. H. Riehl, L. Seidel, H. v. Sybel, O. v. Voelderndorff, B. Windscheid.

Herausgegeben von **Justus von Liebig.**

gr. 8. Fein Velinpap. geheftet. Preis 3 Thlr.

Digitized by Google

LANE MEDICAL LIBRARY

To avoid fine, this book should be returned on or before the date last stamped below.

gr. 8. Fein Velinpap. geh.

Preis der ersten Abtheilung 3 Thlr., der zweiten Abtheilung 2 Thlr.

Diese zweite Auflage des „Lehrbuchs der physikalischen und theoretisch Chemie“ wird in zwei Abtheilungen ausgegeben, von denen die erste die p sikalischen Lehren, bearbeitet von H. Buff, H. Kopp und F. Zammin die zweite die theoretische Chemie und Beziehungen zwischen che schen und physikalischen Eigenschaften, bearbeitet von H. Ko enthält.

Jede Abtheilung ist für sich verkäuflich.

Der Preis der ersten Abtheilung ist 3 Thlr., der der zweiten 2 Thlr.

Wir sind sicher, damit den Chemikern — Lehrern, Studirenden und Pr tikern — eine literarische Erscheinung von hohem Werthe zu bieten.

Populäre wissenschaftliche Vorträge

von

H. Helmholtz.

Erstes Heft.

Mit 26 in den Text eingedruckten Holzstichen.

gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Preis 25 Sgr.

Photomount
Pamphlet
Binder
Gaylord Bros.
Makers
Stockton, Calif.
PAT. JAN. 21, 1908

Digitized by Google